

# 실험계획법에 의한 Glass edge sealing 공정의 최적조건 규명

## Design of Experiments of Optimal Condition on Glass Edge Sealing Process

\*이종근<sup>1</sup>, #전익식<sup>2</sup>

\*J. G. Lee<sup>1</sup>, #E. S. Jeon(osjun@kongju.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 기계공학과

Key words : Glass sealing, Glass welding, Nozzle Transfer, Gas Torch Nozzle, Hydrogen Mixed Gas

### 1. 서론

진공유리는 두 장의 유리 사이를 진공상태로 유지하여 벽체 수준의 단열 성능을 갖는다. 시드니 대학의 collins는 진공유리의 모서리 접합을 위해 저융점 Frit를 사용하여 약 500℃의 가열로에 넣어 유리와 유리를 접합하였지만, 이는 기공발생으로 인한 진공유지가 어렵다.

본 연구에서는 고밀도 열원인 수소혼합가스를 사용하여 유리 모서리를 용착하고자 한다. 본 방법을 위해 로온도, 토치 이송속도, 유리와 모재와의 거리, 가스유량 등 공정변수를 설정하였으며, 모서리 용융부가 원형의 형상을 갖도록 하여 유리 모서리 부의 잔류응력이 골고루 분포하도록 하였다. 이를 위해 실험계획법을 이용하여 최적의 공정조건을 찾고자한다.

### 2. 실험 장치구성 및 공정변수 설정

#### 2.1 장치의 구성

본 실험에서는 수소혼합가스 발생장치와 가스 토치를 연결하여 열원을 생성하였으며, 전기로틀 이용하여 유리의 분위기 온도를 구현하였다. Fig. 1은 전체적인 시스템을 나타낸 것이며, 각 장치별 기능은 Table 1과 같다.



Fig. 1 Glass sealing system of experimental setup

Table 1 Composition of glass sealing system

Name	Function
Furnace	Preheat of glass
Torch transfer	Torch moving
Gas torch	Glass sealing
Gas generator	Gas supply
Furnace control Panel	Furnace control
Coolant	Gas torch cooling

#### 2.2 공정변수 설정

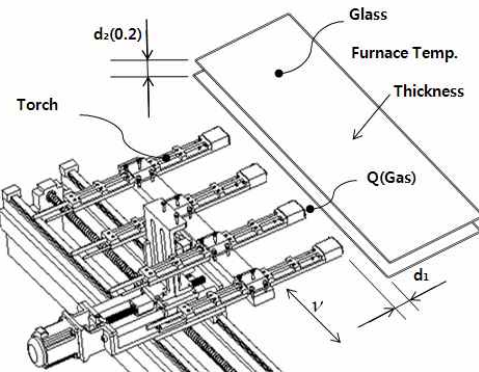


Fig. 2 Glass sealing set of process variables

유리 두께별 각각의 최적 공정조건을 얻기 위하여 공정변수는 다음 Fig. 2와 같이 토치속도( $v$ ), 토치와 유리사이의 거리( $d_1$ ), 가스유량( $Q$ )으로 설정하였으며, 로의 분위기 온도는 580℃, 유리 상판과 하판의 간격( $d_2$ )은 0.2mm로 설정하였다.

### 3. 실험방법 및 결과

#### 3.1 실험방법

기초실험을 토대로 유리 두께별 공정변수를 Table 2와 같이 설정하였으며, 최적 공정변수 설정을 위하여 Table 3과 같이 실험계획법의 L9(3<sup>4</sup>) 직교배열표를 사용하였다.

Table 2 Glass edge sealing conditions

Process variables	2T (Glass thickness)			3T (Glass thickness)			5T (Glass thickness)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Condition number	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Torch Speed (mm/min)	350	400	450	300	350	400	250	300	350
Distance (mm)	4	5	6	3	4	5	4	5	6
Gas (ℓ/min)	3	4	5	5	6	7	7	8	9

세척과정을 거친 160×160(mm)로 절단된 일반 소다라임 유리를 사용하였으며, 두 장의 유리사이에 간극을 유지하기 위해 스페이서를 사용하였다. 전기로의 유리 받침대에 시험편을 정렬시킨 후, 예열하여 접합 분위기 온도를 만들었으며 불꽃을 생성한 후 토치를 이송시키면서 유리 모서리를 융착하였다.

유리의 잔류응력이 균일하게 분포하도록 유리 모서리 용융부의 두께가 유리 두께와 동일한 최적의 공정조건을 얻고자 한다.

Glass edge sealing 실험 후 다음 Fig. 3와 같이 유리 용융부 단면의 두께(t)를 측정하였으며, Fig. 4는 유리 모서리 용융부의 두께별 측정결과를 나타낸다.

Table 3 Variables of orthogonal arrays

No.	Torch Speed (mm/min)	Distance (mm)	Gas (ℓ/min)
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

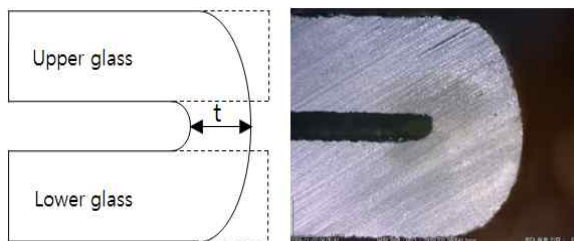


Fig. 3 Cross of glass edge sealing

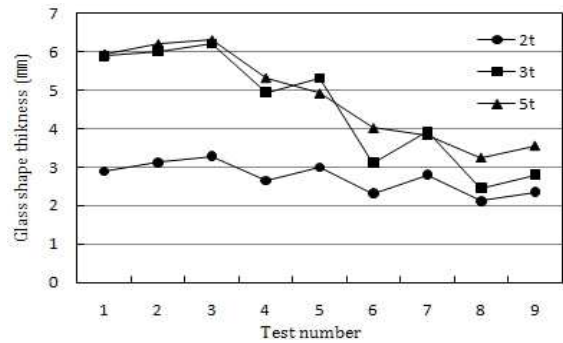


Fig. 4 Result of thickness on the glass pool size

### 3.2 결과

Glass edge sealing 실험을 통해 다음과 같은 최적 공정조건 값을 얻었다.

Table 4 Result of optimal process condition

Thickness	Torch Speed (mm/min)	Distance (mm)	Gas (ℓ/min)
2T	450	5	3
3T	350	5	5
5T	300	5	9

### 4. 결론

본 논문에서는 진공유리의 Glass edge sealing의 새로운 방안을 제시하였으며, 공정변수 및 실험범위를 설정하고 실험계획법을 이용하여 각 유리 두께별 최적의 공정조건 값을 얻었다.

### 5. 후기

본 연구는 중소기업기술혁신개발사업으로 수행되었습니다.

### 참고문헌

1. Bo-Hwa Lee, "Experimental Study on Manufacturing of Insulation Vacuum Glazing and Measurement of the Thermal Conductance", KSME(B), 772-779, 2006
2. Jong gon Lee and Euy sik Jeon "An Experimental Identification of Glass sealing Process for a Vacuum Glass", Journal of KSPE, 169~170, 2009